

**PERENCANAAN DAN ANALISIS BIAYA INVESTASI
ANTARA PERKERASAN KAKU DENGAN PERKERASAN LENTUR
PADA JALUR TRANS JAKARTA BUSWAY:
STUDI KASUS PADA TRANS JAKARTA BUSWAY KORIDOR 8
ANTARA HALTE PONDOK INDAH 2
HINGGA HALTE PERMATA HIJAU**

Eduardi Prahara; Andika Sunarsa

Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Binus University
Jl. K.H. Syahdan No. 9, Palmerah, Jakarta Barat 11480
eduardi@gmail.com

ABSTRACT

Types of rigid pavement for road has been widely used in Indonesia, ranging from toll roads to the outer town road. Rigid pavement is considered more powerful than the flexible pavement. In other words, rigid pavement is expected to have a longer service life and minimal maintenance. The construction cost for rigid pavement is more expensive compared to flexible pavement. While the need for rigid pavement maintenance is cheaper than for flexible pavement. Seen from investment point of view, rigid pavement is more profitable than flexible pavement, because the annual fee required for rigid pavement is less. Due to the comparisons, an analysis is performed in this study to select which type of pavement is best used in the future.

Keywords: rigid pavement, flexible pavement, construction cost, investment

ABSTRAK

Jenis perkerasan kaku untuk perkerasan jalan raya sudah banyak digunakan di Indonesia, mulai dari jalan tol hingga jalan luar kota. Perkerasan kaku dianggap lebih kuat bila dibandingkan dengan perkerasan lentur sehingga dengan mengganti perkerasan lentur menjadi perkerasan kaku diharapkan jalan tersebut memiliki umur yang lebih lama serta minim perawatan. Biaya konstruksi untuk perkerasan kaku memang lebih mahal bila dibandingkan dengan biaya konstruksi untuk perkerasan lentur. Sedangkan kebutuhan perawatan perkerasan kaku lebih murah dari perawatan perkerasan lentur. Bila dilihat dari sudut pandang investasi, perkerasan kaku lebih menguntungkan dari perkerasan lentur, karena biaya tahunan yang dibutuhkan untuk perkerasan kaku lebih murah dari perkerasan lentur. Untuk itu dalam penelitian ini dilakukan analisis untuk perbandingan pemilihan perkerasan di kemudian hari.

Kata kunci: perkerasan kaku, perkerasan lentur, biaya konstruksi, biaya investasi

PENDAHULUAN

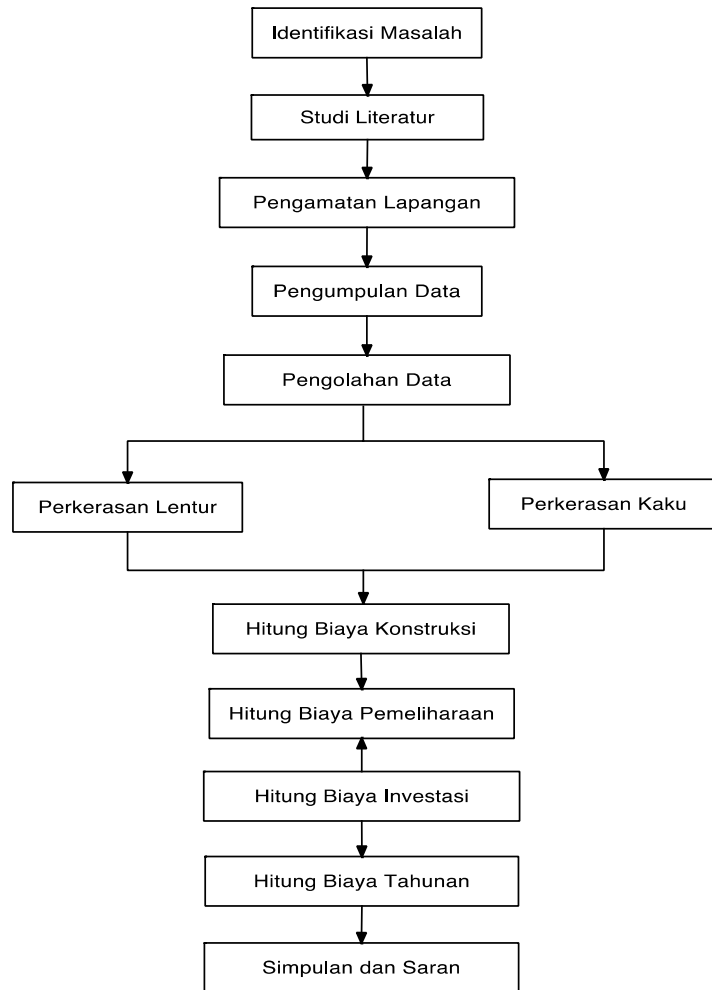
Bus Trans Jakarta memiliki jalur sendiri di mana kendaraan lainnya dilarang memergunakannya. Pengadaan jalur ini harus disesuaikan pada jalur-jalur yang sering kali mengalami kemacetan dan yang menjadi titik sentral bisnis di Jakarta. Karena tingkat kemacetan yang ada di tiap-tiap lokasi berbeda, perkerasan yang didesain pun berbeda juga. Untuk lokasi yang memiliki tingkat kemacetan yang tidak terlalu tinggi, pengadaan bus Trans Jakarta tidak terlalu banyak sehingga dengan perkerasan lentur pun diharapkan sudah dapat melayani kebutuhan di lokasi tersebut. Sedangkan untuk lokasi yang memiliki tingkat kepadatan yang tinggi, pemerintah mendesain jalur tersebut dengan perkerasan kaku yang dianggap memiliki daya tahan yang lebih besar dibandingkan dengan perkerasan lentur.

Daya tahan terhadap beban diam yang dimiliki oleh perkerasan kaku lebih besar dibandingkan dengan daya tahan beban diam yang dimiliki oleh perkerasan lentur. Tetapi jika dilihat dari biaya konstruksinya, perkerasan kaku lebih mahal dibandingkan dengan biaya konstruksi perkerasan lentur. Selain itu, perkerasan kaku memiliki daya tahan terhadap lingkungan lebih besar dibandingkan dengan perkerasan lentur. Jika biaya perawatan antara perkerasan kaku dengan perkerasan lentur diperbandingkan, biaya perawatan perkerasan kaku dapat dikatakan lebih murah karena hanya memerlukan perawatan lapis aus saja. Lain halnya dengan perkerasan lentur yang membutuhkan perawatan rutin dan perawatan berkala untuk mencapai titik layan yang sesuai dengan standart yang berlaku di Jakarta. Biaya investasi dari masing-masing perkerasan dipengaruhi oleh biaya konstruksi dan biaya perawatan perkerasan tersebut. Untuk itu dalam penelitian ini dilakukan analisis yang dipergunakan untuk perbandingan pemilihan perkerasan di kemudian hari.

METODE

Bagan alir perhitungan perencanaan geometrik jalan secara umum dapat dilihat pada Gambar 1. Data yang dikumpulkan memiliki batasan-batasan, anatara lain: (1) hanya yang melintasi jalur Busway koridor 8 (motor, mobil pribadi, truk 2as, bus umum dan Bus Trans Jakarta); (2) dilakukan pada tiga lokasi yaitu Lokasi 1 dari Halte Pondok Indah 2 hingga Halte Kebayoran Lama Bungur, Lokasi 2 dari Halte Kebayoran Lama Bungur hingga Halte Kebayoran Lama dan Lokasi 3 dari Halte Kebayoran Lama hingga Halte Permata Hijau; (3) waktu pengambilan data dilakukan pada jam sibuk, yaitu pada pagi hari (07.00 – 09.00), siang hari (11.00 – 13.00) dan senja hari (17.00 – 19.00).

Data yang telah diperoleh kemudian diolah dengan beberapa faktor dan asumsi seperti: (1) umur rencana 20 tahun untuk perkerasan kaku dan 10 tahun untuk perkerasan lentur; (2) penggunaan mutu beton K-350 dengan jenis perkerasan beton bersambung tanpa tulangan; (3) jenis dan tebal pondasi perkerasan kaku yaitu stabilisasi semen 15 cm; (4) nilai CBR tanah antara 3% - 6%; (5) curah hujan 2000 mm/tahun; (6) nilai kelandaian kurang dari 6%; (7) penggunaan bahan Laston untuk lapis permukaan, bahan Laston Atas untuk lapis pondasi atas dan bahan Sirtu Kelas A untuk lapis pondasi; (8) data spesifikasi kendaraan Bus Trans Jakarta, kendaraan pribadi dan kendaraan umum lainnya yang berupa berat isi dan jumlah gandar dari tiap jenis kendaraan yang melintas; (9) data lalu lintas jalur busway yang berupa jumlah kendaraan bus Trans Jakarta dan kendaraan lainnya yang melintas dalam waktu satu hari; (10) data perkerasan lentur dan kaku yang berupa nilai CBR tanah, kelandaian, curah hujan rata-rata, umur rencana, bahan perkerasan dan tebal minimum pelat beton untuk perkerasan kaku; (11) daftar harga jenis-jenis pekerjaan konstruksi dan pekerjaan perawatan perkerasan kaku dan lentur dari Buku Acuan Harga Satuan Bahan dan Upah Pekerjaan Bidang/Jasa Pemborongan Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Periode Januari 2010.



Gambar 1. Bagan alir langkah perbandingan biaya investasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Survei

Hasil survei pencacah lalu lintas yang telah dilakukan untuk ketiga lokasi dapat dilihat pada Tabel 1 – 3 berikut.

Tabel 1

Volume Kendaraan Lokasi 1 (Halte Pondok Indah 2 – Halte Kebayoran Lama Bungur)

Waktu	Mobil Pribadi	Motor	Truk	Bus Trans Jakarta	Bus
07.00 - 08.00	910	1890	8		13
08.00 - 09.00	953	1938	5		15
11.00 - 12.00	654	344	13		7
12.00 - 13.00	712	387	9		9
17.00 - 18.00	495	363	7		11
18.00 - 19.00	453	372	6		12

Tabel 2

Volume Kendaraan Lokasi 2 (Halte Kebayoran Lama Bungur – Halte Kebayoran Lama)

Waktu	Mobil Pribadi	Motor	Truk	Bus Trans Jakarta	Bus
07.00 - 08.00	489	662	1	12	-
08.00 - 09.00	508	713	1	14	-
11.00 - 12.00	503	183	2	13	7
12.00 - 13.00	525	179	-	12	8
17.00 - 18.00	382	198	-	8	3
18.00 - 19.00	375	375	-	10	4

Tabel 3

Volume Kendaraan Lokasi 3 (Halte Kebayoran Lama – Halte Permata Hijau)

Waktu	Mobil Pribadi	Motor	Truk	Bus Trans Jakarta	Bus
07.00 - 08.00	25	389	-	15	-
08.00 - 09.00	32	402	-	16	-
11.00 - 12.00	75	302	-	16	-
12.00 - 13.00	89	338	-	15	-
17.00 - 18.00	489	2195	1	12	5
18.00 - 19.00	512	2213	1	13	4

Data untuk Perkerasan Lentur

Peranan jalan	: Arteri
Tipe jalan	: 1 lajur 1 arah
Masa pelaksanaan	: 1 tahun
Umur rencana	: 10 tahun
Angka petumbuhan lalu lintas	:
Masa pelaksanaan	: 7 %/tahun (Dinas Pekerjaan Umum)
Jalan dibuka	: 7 %/tahun (Dinas Pekerjaan Umum)
Iklim setempat	: Curah hujan rata-rata 2000 mm/tahun (Bappeda)
Kelandaian rata-rata	: 4 % (Dinas Pekerjaan Umum)
Data CBR tanah dasar	: 3 - 6 % (Dinas Pekerjaan Umum)

Data untuk Perkerasan Kaku

Peranan jalan	: Arteri
Tipe jalan	: 1 lajur 1 arah
Bahu Jalan	: Tidak
Umur rencana	: 20 tahun
Angka petumbuhan lalu lintas	: 7 %/tahun (Dinas Pekerjaan Umum)
Data CBR tanah dasar	: 3 % - 6 % (Dinas Pekerjaan Umum)

Tebal Lapisan Perkerasan Lentur

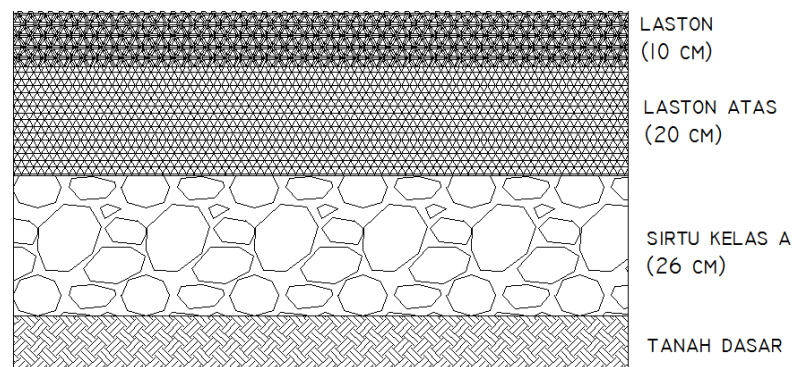
Dari hasil perhitungan di dapat tebal masing-masing lapis pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4
Tebal Tiap Lapisan Perkerasan Lentur

No.	Lokasi	Lapis Permukaan (cm)	Lapis Pondasi Atas (cm)	Lapis Pondasi Bawah (cm)
1	Halte Pondok Indah 2 - Halte Kebayoran Lama Bungur	10	20	26
2	Halte Kebayoran Lama Bungur - Halte Kebayoran Lama	10	20	21
3	Halte Kebayoran Lama - Halte Permata Hijau	10	20	17

Berdasar Tabel 4 di atas, ketebalan yang dipergunakan adalah:
 Lapis Permukaan = 10 cm
 Lapis Pondasi Atas = 20 cm
 Lapis Pondasi Bawah = 26 cm (ambil angka yang paling besar)

Gambar 2 berikut menunjukkan tebal dan jenis masing-masing lapis perkerasan lentur.



Gambar 2. Tebal lapis perkerasan.

Tebal Lapisan Perkerasan Kaku

Dari hasil perhitungan di dapat tebal masing-masing lapis pada Tabel 5 berikut.

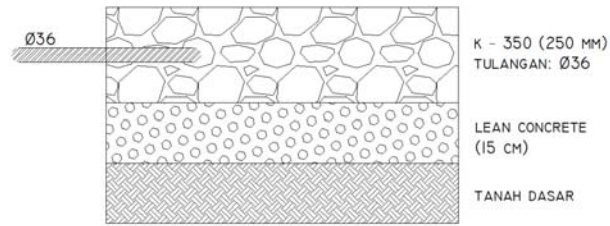
Tabel 5
Tebal Tiap Lapis Perkerasan Kaku

No.	Lokasi	Lapis Pondasi (mm)	Tebal Pelat Beton (mm)
1	Halte Pondok Indah 2 - Halte Kebayoran Lama Bungur	15	250
2	Halte Kebayoran Lama Bungur - Halte Kebayoran Lama	15	240
3	Halte Kebayoran Lama - Halte Permata Hijau	15	240

Berdasar Tabel 5, tebal yang dipergunakan yaitu:
 Tebal Lapis Pondasi : 15 cm (slump 12 cm)

Tebal Pelat Beton : 250 mm (K - 350)

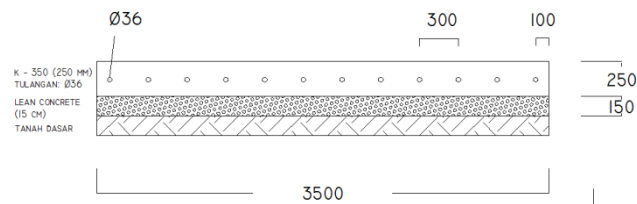
Gambar 5 – 7 berikut adalah ilustrasi penampakan perkerasan kaku.



Gambar 5. Tampak samping perkerasan kaku.



Gambar 6. Tampak atas perkerasan kaku.



Gambar 7. Tampak depan perkerasan kaku.

Perawatan Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur memiliki 2 jenis perawatan, yaitu perawatan rutin dan perawatan berkala. Perawatan rutin bertujuan untuk menjaga agar umur layan perkerasan lentur dapat sesuai dengan umur layan rencana awalnya. Analisis perawatan rutin ini diasumsikan sebesar 20 % dari total volume lapis permukaan. Sedang untuk perawatan berkala dilakukan dengan cara lapisan ulang permukaan perkerasan lentur setebal lebih kurang 5 cm. Perawatan ini dilakukan setiap lima tahun sekali.

Perawatan Perkerasan Kaku

Perawatan kaku hanya membutuhkan perawatan berkala dalam menjaga mutu perkerasannya. Analisis perawatan ini diasumsikan sebesar 10 % dari volume pelat beton dan diperbaiki menggunakan bahan Laston lapis aus. Perawatan ini dilakukan setiap 5 tahun sekali.

Analisis Biaya Pekerjaan Perkerasan Lentur

Analisis perhitungan biaya pekerjaan yang dibutuhkan dengan mempergunakan perkerasan lentur dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6
Biaya Pekerjaan Perkerasan Lentur

Divisi	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
Umum	Papan nama proyek bahan multiplek 8mm uk. 240 x 120 cm	buah	1	716.135	716.135
	Direksi keet uk. 4 x 6 = 24m ² atap seng gelombang, tebal 0,25 mm, kaca nako, lengkap 1 set kursi/meubel sederhana	M ²	24	470.028	11.280.672
	Pagar sementara seng gelombang, tebal 0,20 mm, tinggi 1,80 m, pondasi uk. 40 x 40 x 40 cm, adukan 1PC: 3 pasir: 5 kerikil	M'	5.800	203.907	1.182.660.600
	Pembersihan Lapangan	M ²	20.300	4.275	86.782.500
Jumlah harga pekerjaan					1.281.439.907
Pekerjaan Tanah	Galian tanah berbatu sedalam s/d 1 m	M ³	11.368	103.607	1.177.804.376
	Pemadatan tanah pakai mesin gilas 6 - 8 ton	M ²	20.300	5.789	117.516.700
	Bongkar pagar	M ²	5.800	10.686	61.978.800
	Bongkar pasang railing pengaman jalan	M'	5.800	10.686	61.978.800
Jumlah harga pekerjaan					1.419.278.676
Perkerasan Berbutir	Lapisan sirtu tebal 26 cm (Harga Sampai Pemadatan Termasuk Quality Control)	M ³	5.278	91.462	482.736.436
Jumlah harga pekerjaan					482.736.436
Perkerasan Lentur	Lapis Perekat / Tack Coat Emulsi	Lt	6.090	6.651	40.502.763
	Lapis Perekat / Prime Coat Emulsi	Lt	10.150	6.441	65.373.105
	Laston lapis aus (AC-WC) tebal rata-rata 5 cm density lapangan 97 - 100 % (Harga Sampai Pemadatan Termasuk Quality Control)	M ²	4.669	100.269	468.155.961
	Laston lapis antara (AC - BL) tebal rata - rata 5 cm density lapangan 97 - 100 % (Harga Sampai Pemadatan Termasuk Quality Control)	M ²	11.673	95.043	1.109.389.418
Jumlah harga pekerjaan					1.683.421.247
Pekerjaan Pemeliharaan	Rutin (Menggunakan Bahan Lapis Permukaan, Harga Sampai Pemadatan Termasuk Quality Control)	M ³	406	100.269	40.709.214
	Berkala (Menggunakan Bahan Lapis Permukaan, Harga Sampai	M ³	1.015	100.269	101.773.035

Pemadatan Control)	Termasuk	Quality
-----------------------	----------	---------

Analisis Biaya Pekerjaan Perkerasan Kaku

Analisis perhitungan biaya pekerjaan yang dibutuhkan dengan mempergunakan perkerasan kaku dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7
Biaya Pekerjaan Perkerasan Kaku

Divisi	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
Umum	Papan nama proyek bahan multiplek 8mm uk. 240 x 120 cm	buah	1	716.135	716.135
	Direksi keet uk. 4 x 6 = 24m2 atap seng gelombang, tebal 0,25 mm, kaca nako, lengkap 1 set kursi/meubel sederhana	M ²	24	470.028	11.280.672
	Pagar sementara seng gelombang, tebal 0,20 mm, tinggi 1,80 m, pondasi uk. 40 x 40 x 40 cm, adukan 1PC: 3 pasir: 5 kerikil	M'	5.800	203.907	1.182.660.600
	Pembersihan Lapangan	M ²	20.300	4.275	86.782.500
Jumlah harga pekerjaan					1.281.439.907
Pekerjaan Tanah	Galian tanah berbatu sedalam s/d 1 m	M ³	8.120	103.607	841.288.840
	Pemadatan tanah pakai mesin gilas 6 - 8 ton	M ²	20.300	5.789	117.516.700
	Bongkar pagar	M ²	5.800	10.686	61.978.800
	Bongkar pasang railing pengaman jalan	M'	5.800	10.686	61.978.800
Jumlah harga pekerjaan					1.082.763.140
Struktur	Perkerasan jalan beton K-350 dengan flay ash, lebar 3,5 m tebal 25 cm, termasuk bekisting, membran plastik, curing, joint sealent, dan ruji	M ³	5.075	1.144.734	5.809.527.563
	Lean concrete Ready Mix BO slump 12 tebal 15 cm	M ³	3.045	567.200	1.727.124.000
Jumlah harga pekerjaan					7.536.651.563
Pekerjaan Pemeliharaan	Berkala (Menggunakan Bahan Lapis Permukaan, Harga Sampai Pemadatan Termasuk Quality Control)	M ³	508	100.269	50.886.518

Analisis Investasi Perkerasan Lentur

Biaya investasi untuk perkerasan lentur ini dibagi menjadi dua, yaitu biaya konstruksi dan biaya perawatan. Biaya perawatan terdiri atas biaya perawatan rutin yang dilakukan setiap setahun sekali dan biaya perawatan berkala yang dilakukan setiap lima tahun sekali. Untuk rincian biaya investasi perkerasan lentur dapat dilihat pada Tabel 8 berikut. Suku bunga yang digunakan sebesar 12 % per tahun.

Tabel 8
Analisis Biaya Investasi Perkerasan Lentur

Thn ke -	Biaya			Discount Factor	Present Value (Rp.)
	Investasi (Rp.)	Pemeliharaan Rutin (Rp.)	Pemeliharaan Berkala (Rp.)		
0	4.866.876.265			1	4.866.876.265
1		40.709.214		0,892857	36.347.51
2		40.709.214		0,797194	32.453.136
3		40.709.214		0,711780	28.976.014
4		40.709.214		0,635518	25.871.441
5			101.773.035	0,567427	57.748.753
6		40.709.214		0,506631	20.624.554
7		40.709.214		0,452349	18.414.781
8		40.709.214		0,403883	16.441.768
9		40.709.214		0,360610	14.680.150
10			101.773.035	0,321973	32.768.193
Total	4.866.876.265	325.673.712	203.546.070		5.151.202.571

Total biaya investasi perkerasan lentur yang direncanakan untuk 10 tahun dengan suku bunga 12% yaitu sebesar Rp. 5.151.202.571. Sedangkan untuk biaya tahunan yang dibutuhkan sebesar:

$$\text{Biaya Tahunan} = \frac{\text{Total Biaya Investasi}}{n} = \frac{5.151.202.571}{10} = \text{Rp. 515.120.257}$$

Analisis Biaya Investasi Perkerasan Kaku

Biaya investasi untuk perkerasan kaku ini dibagi menjadi dua, yaitu biaya konstruksi dan biaya perawatan. Tetapi biaya perawatannya hanya terdiri dari biaya perawatan berkala yang dilakukan setiap lima tahun sekali. Untuk rincian biaya investasi perkerasan kaku dapat dilihat pada Tabel 9 berikut. Suku bunga yang digunakan sebesar 12 % per tahun.

Tabel 9
Analisis Biaya Investasi Perkerasan Kaku

Thn ke -	Biaya			Discount Factor	Present Value (Rp.)
	Investasi (Rp.)	Pemeliharaan Berkala (Rp.)	Total Biaya (Rp.)		
0	9.900.854.610		9.900.854.61	1	9.900.854.610
1				0,892857	-
2				0,797194	-
3				0,711780	-
4				0,635518	-
5		50.886.517	50.886.517	0,567427	28.874.376
6				0,506631	-
7				0,452349	-
8				0,403883	-
9				0,360610	-
10		50.886.517	50.886.517	0,321973	16.384.096
11				0,287476	-
12				0,256675	-
13				0,229174	-
14				0,204620	-
15		50.886.517	50.886.517	0,182696	9.296.776
16				0,163122	-
17				0,145644	-
18				0,130040	-
19				0,116107	-
20		50.886.517	50.886.517	0,103667	5.275.240
Total	9.900.854.610	203.546.070	10.104.400.680		9.960.685.100

Total biaya investasi perkerasan kaku yang direncanakan untuk 20 tahun dengan suku bunga 12%, yaitu sebesar Rp. 9.960.685.100 Sedangkan untuk biaya tahunan yang dibutuhkan sebesar:

$$\text{Biaya Tahunan} = \frac{\text{Total Biaya Investasi}}{n} = \frac{9.960.685.100}{20} = \text{Rp. 498.034.255}$$

PENUTUP

Dari hasil analisis pada jalur Trans Jakarta Busway koridor 8 antara halte Pondok Indah 2 sampai dengan halte Permata Hijau yang memiliki panjang 5,8 km, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut.

Untuk perhitungan perkerasan lentur dengan umur rencana selama 10 tahun menggunakan metode Bina Marga diperoleh tebal lapis permukaan Laston adalah 10 cm, tebal lapis pondasi atas

Laston Atas adalah 20 cm dan tebal lapis pondasi bawah Sirtu kelas A adalah 26 cm. Total biaya investasi yang dibutuhkan sebesar Rp. 5.151.202.571 dengan biaya tahunan sebesar Rp. 515.120.257.

Untuk perhitungan perkerasan kaku dengan umur rencana 20 tahun menggunakan metode Bina Marga diperoleh tebal lapis pondasi Campuran Beton Kurus adalah 15 cm dan tebal pelat beton K – 350 adalah 25 cm. Jenis perkerasan yang digunakan adalah Beton Bersambung Tanpa Tulangan. Total biaya investasi yang dibutuhkan sebesar Rp. 9.960.685.100 dengan biaya tahunan sebesar Rp. 498.034.255.

Dari biaya tahunan terlihat bahwa perkerasan kaku lebih ekonomis dari perkerasan lentur dengan selisih Rp. 17.086.002 per tahun. Namun, diperlukan investasi awal hampir dua kali dari perkerasan lentur. Secara umum, perkerasan kaku cocok untuk jalan yang menginginkan biaya perawatan tahunan minim dan biaya pembangunan awal yang besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. (n.d.). *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1992). *Pemeliharaan Rutin Jalan dan Jembatan: Petunjuk Praktis Pemeliharaan Rutin Jalan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (n.d.). *Standar Operasional Prosedur Pemeliharaan Jalan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Huang, Y. H. (2004). *Pavement Analysis and Design* (2nd edition). Kentucky: Pearson Prentice Hall.
- Manu, A. I. (1995). *Perkerasan Kaku*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Suryawan, A. (2005). *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigit Pavement): Perencanaan Metode AASHTO 1993 Spesifikasi Parameter Desain Contoh Perhitungan*. Jakarta: Sine Nomine.
- Yoder, E. J. (1975). *Principles of Pavement Design* (2nd edition). New York: John Wiley & Sons.